



CENTRE NATIONAL DE RESSOURCES

EN CONSTRUCTION MÉCANIQUE ASSISTÉ PAR ORDINATEUR

# RESSOURCES TECHNIQUES

## DIFFERENTIELS ET REDUCTEURS *REDEX*

**SOMMAIRE :**

<b>1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. SYSTEME TECHNIQUE SUPPORT.....</b>	<b>3</b>
2.1 SCHEMA DE PRINCIPE .....	4
2.2. FONCTIONNEMENT.....	5
2.3. ELEMENTS DE CALCUL CONSTRUCTEUR .....	5
<b>3. CONTEXTE D'UTILISATION .....</b>	<b>5</b>
3.1. CAS D'EMPLOI.....	5
3.2. CHOIX D'UNE POULIE REDEX.....	8
<b>4. ETAPES DU CYCLES DE VIE .....</b>	<b>9</b>
<b>5. CONCEPTION ET DEFINITION DU PRODUIT .....</b>	<b>9</b>
5.1. CALCULS THEORIQUES.....	9
5.2. LA SPECIFICITE REDEX.....	9
<b>6. INDUSTRIALISATION.....</b>	<b>11</b>
<b>7. HOMOLOGATION ET CONTROLE .....</b>	<b>12</b>
<b>8. COMMERCIALISATION.....</b>	<b>12</b>
8.1. LA GAMME DE PRODUITS REDEX (H ET SR) .....	12
8.2. LES ACCESSOIRES .....	13
<b>9. ANNEXES.....</b>	<b>13</b>

## 1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

REDEX est une société indépendante qui emploie aujourd'hui environ 200 personnes en France, l'usine est implantée à une centaine de kilomètres de Paris, près de Montargis. REDEX réalise un chiffre d'affaire supérieur à 120 MF dont la moitié à l'exportation, elle contrôle trois filiales (Grande Bretagne, Etats-Unis et Italie) et est représentée dans un grand nombre de pays.

Le secteur d'activité de la société a toujours été la conception et la fabrication de produits mécaniques de haute technicité. REDEX a été créée en 1949 pour fabriquer et commercialiser un réducteur planétaire : le « MODULE EPICYCLOIDAL REDEX ».

Du fait de ses orientations, la société possède un fort pôle de recherche et développement, les Techniciens et Ingénieurs composent la moitié de son personnel.

Les trois principales lignes de produits sont :

- les composants pour transmissions mécaniques,
- les équipements pour l'industrie du fil et du feuillard métallique
- les machines de dosage pour produits liquides.

Le DEPARTEMENT TRANSMISSION développe les Réducteurs différentiels SR (le produit qui nous intéresse plus particulièrement), des réducteurs destinés à la robotique et à la servo-commande de boîtes de vitesses pour moteur à courant continu (destinées aux MOCN) et une gamme de boîtes de vitesses pour MOCN. Ce secteur est représenté dans la quasi totalité des pays industrialisés.

Le DEPARTEMENT EQUIPEMENT développe diverses lignes de machines pour l'industrie métallurgique (laminaires pour profilés ou bandes très fines destinés à l'électronique, etc...). Il réalise des ensembles complets, jusqu'à l'automatisme et l'informatique industrielle.

Le DEPARTEMENT DOSAGE développe et réalise des équipements intégrant le process de dosage et la gestion automatisée et permettant une mise en oeuvre sur des installations robotisées de liquides mono ou bi-composants.

L'usine REDEX intègre un bureau d'étude et des équipements productifs permettant une autonomie dans la réalisation des équipements (jusqu'à la partie électronique).

**REDEX**

**Zone Industrielle - 45210 Ferrières**

**Tél : 02 38 94 42 00**

**Fax : 02 38 94 42 97**

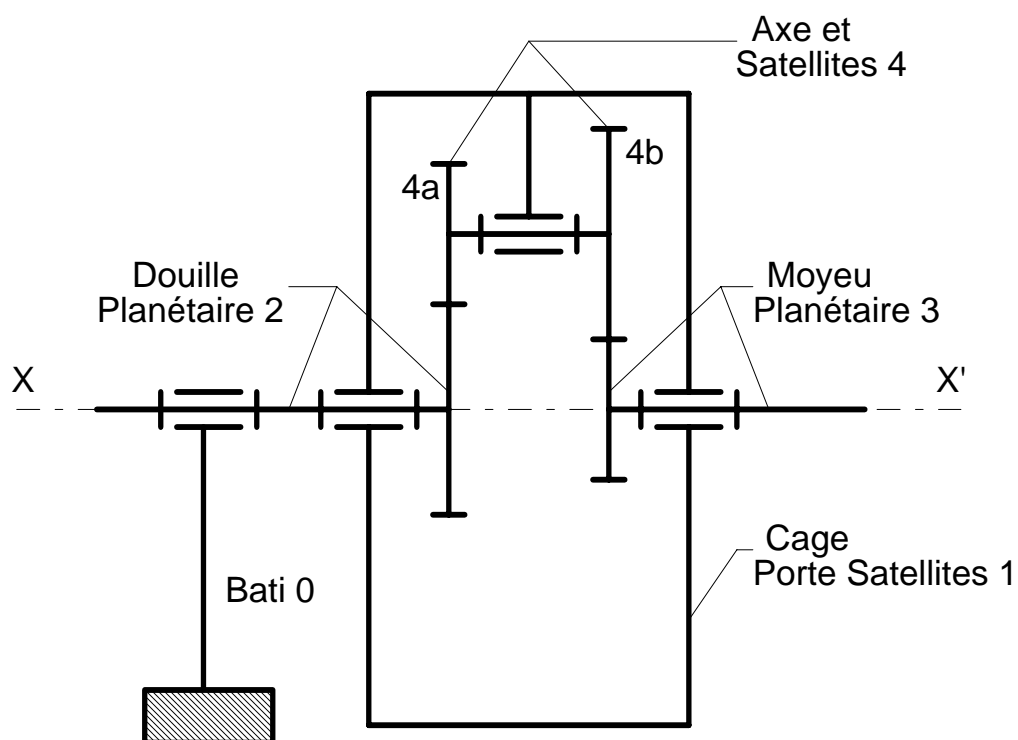
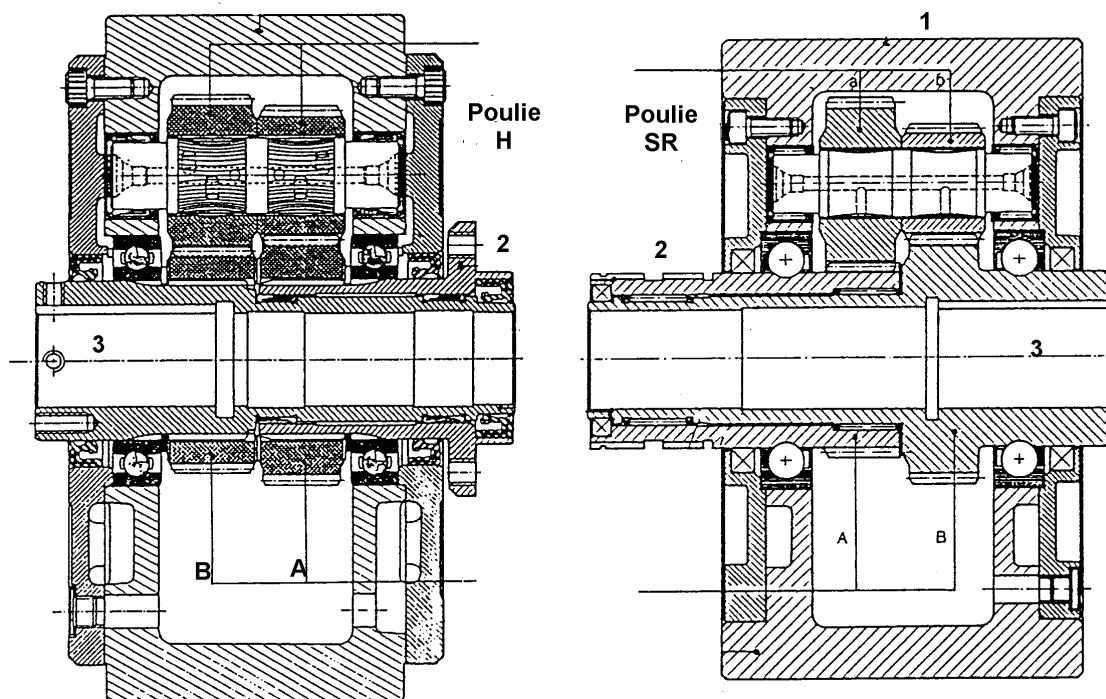
## 2. SYSTEME TECHNIQUE SUPPORT

Le Système technique que nous avons choisi est un **Module Epicycloïdal**. REDEX commercialise deux modèles identiques d'un point de vue principe : les modules H et SR. Il s'agit de trains épicycloïdaux compact, utilisables en REDUCTEUR, en MULTIPLICATEUR et en DIFFERENTIEL. L'expérience de la société REDEX repose sur un parc installé de plus de 80.000 poulies (France et étranger).

Les modules H et SR se composent essentiellement de trois éléments coaxiaux pouvant tourner à des vitesses différentes, le module est exécuté en 9 grandeurs. Sur une **même poulie**, le couple transmissible est **modulable en fonction du nombre de satellites** utilisés et du **jeu de satellites** (de 1 à 12 jeux selon la grandeur, 8 en standard  $\Rightarrow$  56 rapports de -1 à +260). Il est ainsi possible de résoudre des problèmes de transmission de couple allant de 2 à

24.000 daNxm. L'originalité du système REDEX repose sur le système breveté de **liaison thermo-plastique entre les satellite et leur axe**, c'est ce système qui autorise la réalisation à l'échelle industrielle d'un réducteur à train épicycloïdal à combinaisons multiples.

## 2.1 SCHEMA DE PRINCIPE



## 2.2. FONCTIONNEMENT

La poulie Rédex est un train épicycloïdal dont les E/S sont :

- Cage Porte-satellites (1)
- Douille Planétaire (2)
- Moyeu Planétaire (3)

Les pièces, y compris la cage porte-satellite présente une symétrie de révolution. Les sous ensembles 1, 2 et 3 sont mobiles en rotation autour de l'axe (XX'). Le système offre donc trois Entrée / Sortie. Une seule équation régissant le mouvement, il faut imposer deux des rotations pour connaître la troisième.

Equation du mouvement :

$$\frac{\Omega_{30} - \Omega_{10}}{\Omega_{20} - \Omega_{10}} = \frac{Z_2 \cdot Z_b}{Z_3 \cdot Z_a} = \rho \quad \text{ou encore} \quad (1 - \rho) \cdot \Omega_{10} + \rho \cdot \Omega_{20} = \Omega_{30}$$

Le corps (1) est en général entraîné en rotation par une courroie, le moyeu (2) est lié au bâti par un bras de réaction, on connaît alors :  $\Omega_{30} = (1 - \rho) \cdot \Omega_{10}$ .

## 2.3. ELEMENTS DE CALCUL CONSTRUCTEUR

$$\Omega_3 = \rho \Omega_2 + (1 - \rho) \Omega_1 \quad \Omega_2 = \frac{\Omega_3 + (\rho - 1) \Omega_1}{\rho} \quad \Omega_1 = \frac{\Omega_3 - \rho \Omega_2}{1 - \rho}$$

Nombre de dents sur SR20 à SR95 sont donnés dans le tableau suivant :

Numéro du jeu	1	2	3	4	5	6	7	8
planétaire 2	45	37	40	36	35	38	40	36
satellite 4a	20	26	28	25	23	26	24	32
planétaire 3	45	37	40	36	35	38	40	36
satellite 4b	20	26	28	25	23	26	24	32

soit  $\eta$  le rendement du train (0,98 pour  $\Omega_1=0$ ) ; C3 le couple résistant au moyeu (affecté par convention du signe (-) ; C2 le couple sur la douille (de sens opposé à C3 donc de signe (+) et C1 le couple sur la cage (signe selon équilibre) :

$$C_1 + C_2 + C_3 = 0$$

$$\text{si } \Omega_3 - \Omega_1 < 0 \Rightarrow C_2 = -(-C_3) \cdot \rho \cdot \eta \quad \text{si } \Omega_3 - \Omega_1 > 0 \Rightarrow C_2 = \frac{-(-C_3) \cdot \rho}{\eta}$$

On définit P3, la puissance résistante au moyeu, affectée par convention du signe (-), donc d'une vitesse  $\Omega_3$  positive :

$$-P_3 = -C_3 \cdot \Omega_3 / 955 \quad P \text{ en kW ; } C \text{ en daN.m.; } \Omega \text{ en tr/mn}$$

$$\text{par suite : } \pm P_2 = +C_2 \cdot \pm \Omega_2 / 955 \quad \text{et} \quad \pm P_1 = \pm C_1 \cdot \pm \Omega_1 / 955$$

La conservation de l'énergie se traduit en valeur algébrique par :

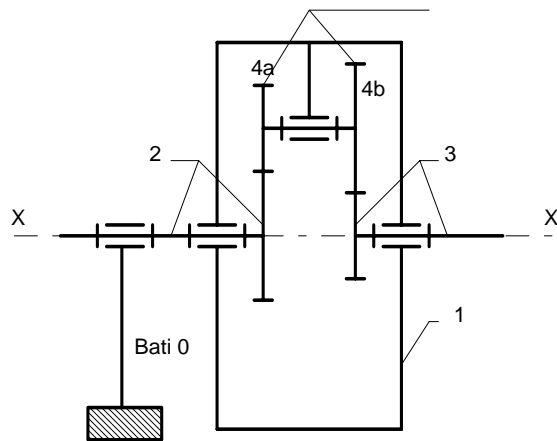
$$P_1 + P_2 + P_3 + Q_t = 0 \quad \text{avec } Q_t \text{ puissance négative perdue dans le train}$$

## 3. CONTEXTE D'UTILISATION

### 3.1. CAS D'EMPLOI

Les modules REDEX (H ou SR) peuvent être utilisés en :

- réducteur (simple ou épicycloïdal),
- multiplicateur (simple ou épicycloïdal),
- différentiel.



## REDUCTEUR

EPICYCLOIDAL	SIMPLE
$\omega_1$ élément moteur	$\omega_2$ élément moteur
L'immobilisation en rotation de la douille 2 doit être assurée par un accessoire approprié (bras, rondelle, .....)	L'immobilisation en rotation de la cage 1 doit être assurée par une adaptation appropriée
$\omega_2 = 0$	$\omega_1 = 0$
$\omega_3 = \omega_1 / K = \omega_1 (1-\rho)$	$\omega_3 = \rho \omega_2$
Avec $\rho > 1$ , le module est réducteur inverseur	Valeur $\rho < 1$

## MULTIPLICATEUR

EPICYCLOIDAL	SIMPLE
$\omega_3$ élément moteur	$\omega_2$ élément moteur
L'immobilisation en rotation de la douille 2 doit être assurée par un accessoire approprié	L'immobilisation en rotation de la cage 1 doit être assurée par une adaptation appropriée
$\omega_2 = 0$	$\omega_1 = 0$
$\omega_3 = \omega_1 / K = \omega_1 (1-\rho)$	$\omega_3 = \rho \omega_2$
Application limitée à $\rho < 0,94$ et $\rho > 1,1$	Valeur $\rho > 1$

## DIFFERENTIEL

PRISE DIRECTE OU REDUCTION	PLUSIEURS VITESSES
$\omega_1$ élément moteur	$\omega_1$ élément moteur ou immobilisé
1- PRISE DIRECTE	$\omega_2$ élément moteur ou immobilisé
$\omega_3 = \omega_1 = \omega_2$	1- $\omega_2 = 0$ et $\omega_3 = \omega_1 (1-\rho) = \omega_1 / K$
2- REDUCTION	2- $\omega_1 = 0$ et $\omega_3 = \rho \omega_2$
$\omega_3 = \omega_1 (1-\rho) = \omega_1 / K$	3- $\omega_1$ et $\omega_2 \neq 0$
Avec $\rho > 1$ la vitesse réduite est inversée	$\omega_3 = \rho \omega_2 + \omega_1 (1-\rho)$

## DIFFERENTIEL

<p><b>EQUILIBRE VITESSES ET COUPLES</b> de deux organes d'une machine reliés mécaniquement par le produit</p> <p>1- Sans réduction <math>\rho = 2</math>  <math>\omega_2</math> élément moteur  <math>\omega_1</math> et <math>\omega_3</math> éléments récepteurs reliés aux deux organes de la machine (comportement identique au différentiel automobile).          Les trois éléments ont le même sens de rotation <math>\omega_1 = \omega_2 = \omega_3</math></p> <p><i><b>Exemple en annexe : Motorisation de portes basculantes et Commande d'ensouple de machine à tisser</b></i></p> <p>2- Avec réduction <math>\rho \neq 2</math>  <math>\omega_2</math> élément moteur  <math>\omega_1</math> et <math>\omega_3</math> éléments récepteurs reliés aux deux organes de la machine. <math>\omega_2</math> et <math>\omega_3</math> ont le sens de rotation inversés  <math>\omega_1 = \omega_3 - \rho \omega_2 / 1 - \rho</math></p>	<p><b>EXTENSION DE PLAGE DE VARIATEUR</b></p> <p><math>\omega_1</math> élément moteur à vitesse constante  <math>\omega_2</math> élément moteur à vitesse variable  <math>\rho &gt; 1</math> pour avoir les mêmes sens de rotation sur les trois éléments</p> <p><i><b>Exemple en annexe : commande de mouvement alternatif sur machines à filer</b></i></p> <hr/> <p><b>SYNCHRONISATION CYCLIQUE DE 2 VITESSES</b> entre 2 organes d'une machine reliés cinématiquement</p> <p><math>\omega_1</math> élément moteur à vitesse constante  <math>\omega_2</math> élément moteur à vitesse cyclique variable  <math>\omega_3 = \rho \omega_2 + \omega_1 (1 - \rho)</math></p>
<p><b>DECALAGE ANGULAIRE EN MARCHE</b> de deux organes d'une machine reliés cinématiquement</p> <p><math>\omega_2</math> élément moteur</p> <p>1- Marche normale  <math>\omega_1 = 0</math> et <math>\omega_3 = \rho \omega_2</math></p> <p>2- Décalage angulaire  <math>\pm \omega_1 \neq 0</math>          soit <math>\Delta \omega_3 = \Delta \omega_1 (1 - \rho)</math></p> <p><i><b>Exemple en annexe : Calage de registre longitudinal</b></i></p>	<p><b>CREATION D'UNE VITESSE RELATIVE EN MARCHE</b> entre deux organes reliés cinématiquement d'une machine animée d'une vitesse de rotation</p> <p><math>\omega_2</math> élément moteur lié à la rotation de la machine  <math>\omega_1</math> élément moteur à vitesse variable</p> <p>1- Pour <math>\omega_1 = \omega_2 = \omega_3</math>, la vitesse relative est nulle.</p> <p>2- Pour <math>\omega_1</math> différent de <math>\omega_2</math> la vitesse relative est créée .  <math>\omega_3 = \rho \omega_2 + \omega_1 (1 - \rho)</math></p> <p><i><b>Exemple en annexe : Régulation d'allongement de bande</b></i></p>
<p><b>AJUSTEMENT PRECIS DE VITESSE EN MARCHE</b> de deux organes d'une machine reliés cinématiquement</p> <p><math>\omega_2</math> élément moteur donnant la vitesse de référence constante  <math>\omega_1</math> élément moteur à vitesse variable  <math>\omega_3 = \rho \omega_2 + \omega_1 (1 - \rho)</math></p> <p><i><b>Exemple en annexe : Régulation de tension de fil sur banc d'étirage</b></i></p>	<p><b>MARCHE-ARRET</b> d'un organe d'une machine relié à un élément moteur à vitesse constante</p> <p><math>\omega_1</math> élément moteur</p> <p>1- Marche : <math>\omega_2 = 0</math>  <math>\omega_3 = \omega_1 (1 - \rho)</math></p> <p>2- Arrêt : <math>\omega_3 = 0</math>  <math>\omega_2 = - \omega_1 (1 - \rho) / \rho</math></p>

## 3.2. CHOIX D'UNE POULIE REDEX

### 3.2.1. Utilisation en Réducteur

En général, 2 est bloqué, le moteur entraîne 1 par l'intermédiaire d'une poulie motrice et le récepteur est accouplé à 3.

Le choix dépend de trois paramètres :

- le couple à l'arbre récepteur
- le type d'organe moteur
- les caractéristiques technologiques du module REDEX

1°) Connaissant le couple récepteur  $C_M$ , (conception, calcul de puissance...), on détermine un couple corrigé  $C_C = C_M \times F_M$ .  $F_M$  est un facteur machine issu de tableaux fournis par REDEX, il dépend du degré de choc de la machine réceptrice, du nombre de démarrages par heures et de la durée de vie souhaitée pour la poulie.  $C_C$  doit être inférieur à une valeur de couple déterminée pour chaque taille de module. Cela permet d'effectuer une **préselection** du module.

2°) La réduction souhaitée entre moteur et récepteur est obtenue en multipliant la réduction interne  $K$  du module par la réduction  $i$  d'entraînement (celle-ci dépend des diamètres respectifs de la poulie motrice et de la cage 3). Le nombre de possibilités pour le rapport  $K$  étant limité et le diamètre de la cage 1 étant unique, l'ajustement précis du rapport se fera en jouant sur le diamètre de la poulie d'entraînement.

- choix de la poulie d'entraînement  $\Rightarrow i$ ,
- choix d'un rapport interne  $K$  permettant d'approcher au plus près le rapport global de réduction,
- ajustement du diamètre de la poulie d'entraînement pour obtenir le rapport de réduction précis.

3°) Il est ensuite nécessaire de vérifier la puissance thermique horaire dissipée reste inférieure à une valeur donnée par le constructeur pour chaque module.

4°) Enfin, la **sélection définitive** s'opère en choisissant le nombre de satellite en fonction du couple  $C_C$ .

### 3.2.2. Utilisation en Différentiel

La démarche est sensiblement identique, mais cette fois, il faut tenir compte du fait que 1, 2 et 3 tournent. Il est donc nécessaire de calculer les vitesses relatives des trois éléments, les couples appliqués sur chacun d'eux et les puissances dissipées dans la plage de vitesse utilisée.

***On trouvera dans les documents constructeurs des exemples permettant d'effectuer la détermination d'un module REDEX.***

## 4. ETAPES DU CYCLES DE VIE

La poulie REDEX est née en 1949, la société ayant été fondée pour exploiter le brevet pris par son fondateur, Monsieur Paul DEFONTENAY (1913-1981).

Le premier brevet, a été déposé pour une poulie mono satellite à denture droite.

Quelques années plus tard (environ 1954) est née la poulie multi-satellites et avec elle le clavetage nylon qui fait toute la particularité du produit : le module H. Cette exigence est née des problèmes d'hyperstatisme.

En 1974, enfin, avec le module SR, on assiste à une nouvelle évolution du produit, essentiellement au niveau de la simplification des guidages : intégration des roulements (suppression des bagues intérieures), suppression des billes permettant l'arrêt axial des axes porte-satellites (remplacée par un coussinet nylon réalisé en même temps que le clavetage), suppression du clavetage des pignons sur la douille et le moyeu au profit de pignons arbrés. Les dentures enfin ont été améliorées. Le module H est toujours présent dans la gamme, ses performances ont elles aussi évolué mais reste en deçà de celles des SR.

Globalement, le cycle de vie du produit pourrait correspondre à :

- Conception et Définition,
- Réalisation de prototypes et essais,
- Dépôt de brevet,
- Industrialisation,
- Homologation,
- Commercialisation.

Lorsqu'une poulie REDEX est hors d'usage, il est possible de la renvoyer chez le constructeur à des fins d'expertise. Selon les causes de la pannes, elle peut être réutilisée après un reconditionnement.

## 5. CONCEPTION ET DEFINITION DU PRODUIT

### 5.1. CALCULS THEORIQUES

- Engrenages : calculés avec les méthodes de Monsieur HENRIOT au matage et à la rupture,
- Roulements : calculs classiques de durée de vie,
- Arbres : calculs classiques de résistance des matériaux.

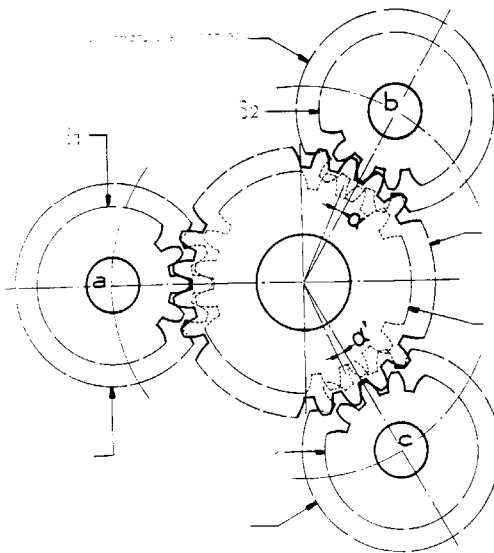
### 5.2. LA SPECIFICITE REDEX

Une des principales caractéristiques de la poulie est la liaison thermo-plastique réalisée entre un axe et ses satellites par injection de nylon. Cette solution a été adoptée afin de résoudre les problèmes d'hyperstaticité posés par les poulies à plusieurs satellites (on notera dans les caractéristiques fournies que les couples transmissibles sont directement proportionnels aux nombres de satellite, c'est à dire que les dentures de chaque satellite portent simultanément). Cette solution permet en clair de loger dans la cage autant de satellites qu'elle peut en contenir.

## LE PROBLEME DU CLAVETAGE

Théoriquement si un satellite transmet un couple donné,  $n$  satellites doivent transmettre  $n$  fois plus.

Mais ce résultat ne peut être obtenu qu'à la condition que toutes les dentures portent simultanément. Or, une telle précision est pratiquement irréalisable.



Soit un deuxième planétaire P'.

Le satellite correspondant S'1, claveté sur l'axe **a**, engrènera facilement sur le planétaire P', mais déterminera la position de ce dernier.

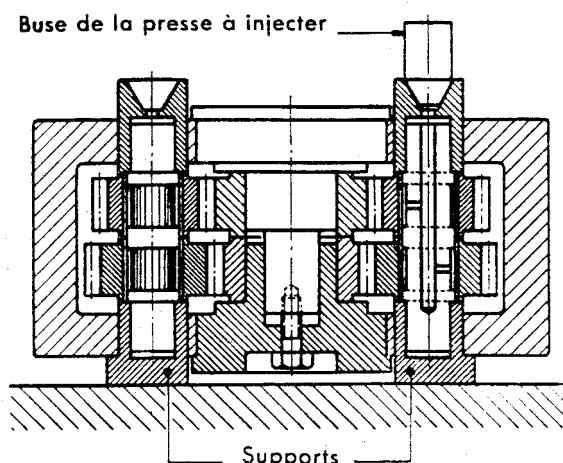
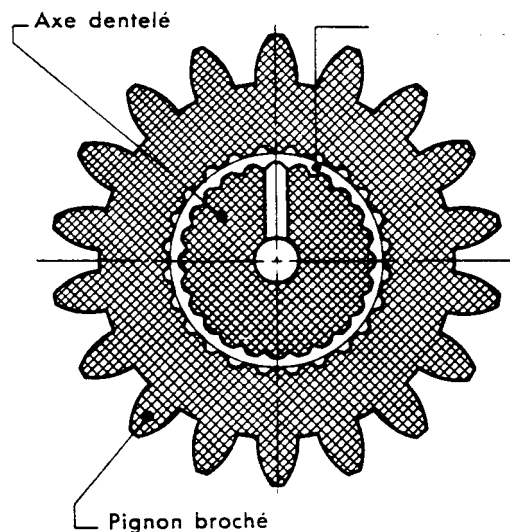
Si, de plus, l'on veut monter un satellite S'2, il faudra pour ce faire que les rainures de clavette se trouvent en face l'une de l'autre, en même temps que les dentures devront se présenter en correspondance. Autrement dit, il y aura nécessité **d'ajuster le clavetage**.

Mais cette opération n'est pas réalisable sur des pièces cémentées. Or, il est impossible à l'avance de déterminer des cotes, car celles-ci seraient différentes pour les autres combinaisons de nombre de dents.

Cette quasi impossibilité : réaliser correctement et industriellement, avec des pignons en acier cémenté trempé, un train planétaire à combinaisons de dentures et de satellites multiples, **le système REDEX de liaison thermoplastique** le résout d'une façon simple et **ne pouvant donner lieu à aucune erreur**.

## LA SOLUTION REDEX

La technique originale REDEX, brevetée en tous pays, consiste à injecter un matériau thermoplastique de liaison entre l'axe du satellite et le satellite lui-même, dans une zone annulaire ménagée entre les deux pièces. Cette opération est effectuée à l'aide d'un montage dont nous reproduisons le schéma ci-dessous.



Les cannelures pratiquées sur l'axe du satellite et sur le satellite lui-même, assurent l'accrochage. En outre, l'élasticité du matériau de liaison thermoplastique parfait la juste répartition des efforts sur tous les satellites. Toutes les vérifications effectuées lors d'essais systématiques, ont toujours confirmé l'efficacité de ce procédé.

## 6. INDUSTRIALISATION

Pour les évolutions majeures du produit, la société REDEX a d'abord procédé à la réalisation de prototypes qui ont été testés avant de procéder aux dépôts de brevets (conception d'une poulie pouvant comporter plusieurs jeux de satellites, la liaison thermo-plastique et l'intégration des composants de guidage).

C'est l'évolution du marché qui a ensuite conduit la société à développer une stratégie de recherche sur l'utilisation en différentiel des modules SR et H. De fait, REDEX a réalisé des comparaisons entre les différents organes mécaniques permettant un tel usage (train classique, différentiel classique, train à excentrique).

Si le principe de la poulie n'a pas évolué depuis 1949, les matériaux employés et leurs traitements, les recherches sur une taille d'engrenage optimisée, les nombreuses possibilités de rapports différents en standard assurent à REDEX une place à part sur le marché et font de la poulie un produit concurrentiel.

## 7. HOMOLOGATION ET CONTROLE

Les poulies subissent plusieurs types de contrôle avant livraison, notamment un contrôle d'étanchéité. Les modules peuvent aussi subir un test de performance acoustique en fonction des conditions de leur utilisation.

## 8. COMMERCIALISATION

La poulie REDEX est présente dans tous les secteurs de l'industrie, textile, verrerie, cablerie, sidérurgie, robotique, agro-alimentaire, conditionnement, militaire, etc... Les exemples fournis, issus des fiches APPLICATIONS de la société REDEX donnent un aperçu des utilisations du module. En fait, on rencontre ce module partout où l'on trouve des machines tournantes.

L'utilisation du module REDEX a par contre évolué. Alors qu'au départ il était utilisé à 80% comme réducteur et à 20% comme différentiel, la tendance, ces 15 dernières années s'est inversée. De fait, en terme de quantité, le nombre de modules vendu a un peu baissé (les applications réducteurs étant plus nombreuses). Par contre, en volume, c'est à dire en chiffre d'affaire, on assiste encore entre 92 et 94 à une augmentation de 4 à 5%.

D'un point de vue chiffre, REDEX a vendu en 1994 environ 3000 unités tous modules confondus.

Le prix du module le plus petit (SR 20), en taille d'engrenages courante, deux satellites et cage prévue pour un entraînement par courroie trapézoïdale est d'environ 4800 F HT. En 6 satellites, le prix passe à 7500 F. Le SR 56, en 6 satellites coûte approximativement 23 000 F HT. Le responsable commercial avec lequel nous avons eu un entretien nous a enfin cité un module dont le prix est de 500 000 F HT, pour un couple transmissible de 280 000 N.m.

### 8.1. LA GAMME DE PRODUITS REDEX (H ET SR)

REDEX commercialise deux types principaux de Modules basés sur la même cinématique, le MODULE H et son évolution, le MODULE SR.(schémas au chapitre 2.1).

Ils sont déclinés en 9 grandeurs, comportent de 1 à 6 satellites (jusqu'à 12 pour les plus gros) ; il existe, dans chaque grandeur, entre 14 et 21 rapports (K) en standard et REDEX peut exécuter des combinaisons sur demande.

La désignation des poulies correspond au type, suivi du diamètre de l'alésage et du nombre de satellites : SR 20-2 ou H 20-6 par exemple.

Les tableaux ci-dessous donnent, à titre indicatif, les performances comparées des deux modèles H et SR dans des gammes équivalentes.

On remarque que sur les grosses puissances, l'évolution de H à SR permet de passer 30% de puissance en plus.

Module H	couple sur moyeu pour $\Omega$ de cage = 100 trs/mn	couple sur moyeu pour $\Omega$ (maxi) de cage
H 25-1 satellite	80 m.N	50 m.N à 1500 tr/mn
H 25-6 satellites	480 m.N	300 m.N à 1500 tr/mn
H 130-3 satellite	15000 m.N	13200 m.N à 400 tr/mn
H 130-8 satellites	40000 m.N	35200 m.N à 400 tr/mn
H 240-4 satellite	80000 m.N	65000 m.N à 300 tr/mn
H 240-12 satellites	240000 m.N	195000 m.N à 300 tr/mn

Module SR	couple sur moyeu pour $\Omega$ de cage = 100 trs/mn	couple sur moyeu pour $\Omega$ (maxi) de cage
SR 20-1 satellite	49 m.N	34 m.N à 1800 tr/mn
SR 20-6 satellites	245 m.N	206 m.N à 1800 tr/mn
SR 130-3 satellite	17660 m.N	14710 m.N à 400 tr/mn
SR 130-8 satellites	47090 m.N	39230 m.N à 400 tr/mn
SR 240-4 satellite	94180 m.N	94180 m.N à 350 tr/mn
SR 240-12 satellites	282540 m.N	282540 m.N à 350 tr/mn

## 8.2. LES ACCESSOIRES

Enfin REDEX commercialise les accessoires permettant d'utiliser ses modules dans différents contextes :

Pour immobiliser un planétaire :

- rondelle d'arrêt
- bras de réaction élastique,
- limiteur de couple à friction
- limiteur d'effort à déclenchement.

Pour embrayer et/ou passer des vitesses :

- embrayage à friction,
- sélecteur de vitesses (permettant de relier un planétaire à la cage, au sol ou de réaliser un point mort).

Pour entraîner la douille planétaire :

- poulie à gorge, poulie crantée,
- roue dentée, roue pour chaîne,
- frein électromagnétique

Enfin le corps de la poulie (1) peut être exécuté avec différents usinages permettant de l'entraîner (gorges poly-V, denture, roue pour roue/vis...).

## 9. ANNEXES

- 1 - courbe de rendement en fonction du rapport K
- 2 - fiches d'applications existantes.